

A PESQUISA EM MODELAGEM MATEMÁTICA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA BRASILEIRA: UM OLHAR EPISTEMOLÓGICO

Carla Melli Tambarussi*
Tiago Emanuel Klüber**

Resumo

Uma das principais demandas de pesquisa no campo da Modelagem Matemática é a realização de metaestudos. Frente a isso, realizamos uma investigação¹ a partir do levantamento das dissertações e teses com foco na seguinte questão: *Que aspectos epistemológicos, concernentes à pesquisa em Modelagem Matemática, se mostram a partir da análise dos resumos das dissertações e teses da área?* As reflexões, solicitadas pela questão posta, são de cunho epistemológico e nesse sentido dirigimos nossa atenção para os focos de pesquisa, os anos e os orientadores dos trabalhos mapeados. Além disso, efetuamos discussões epistemológicas sobre a pesquisa em Modelagem Matemática. Essas reflexões, dentre outras coisas, mostraram que a área está em busca de consolidação, que as pesquisas têm se preocupado em aprofundar os temas estudados e que há uma mudança de perfil naquilo que tem sido desenvolvido nos últimos anos.

Palavras-chave: Pesquisa Educacional. Epistemologia. Ensino de Ciências e Matemática. Educação.

MATHEMATICAL MODELING RESEARCH IN BRAZILIAN MATHEMATICS EDUCATION: AN EPISTEMOLOGICAL APPROACH

Abstract

One of the main demands on Mathematical Modeling research concerns about meta-studies fulfillment. Thus, an investigation was carried out based on dissertations and theses survey, whose focus was on the following question: *Which epistemological aspects, concerning research in mathematical modeling, are shown based on the analysis of dissertations and theses abstracts in this area?* The reflections, requested by such question, are epistemological. Therefore, we drew our attention to the research focus, years and to the advisor of the mapped researches. In addition, we have had epistemological discussions regarding researches in Mathematical Modeling. These reflections, among other things, have shown that the area aims consolidation as well as researches have concerned to deepen the studied subjects; there is also a profile change in what has been developed recently.

Keywords: Educational research. Epistemology. Teaching of Science and Mathematics. Education.

Introdução

¹ Esta investigação está vinculada ao Projeto de Pesquisa Modelagem Matemática na Educação Matemática: Metapesquisa e Formação de Professores, aprovado no edital universal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, sobre o processo de número: 406721/2013-0. RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

A Modelagem², no âmbito da Educação Matemática, é, segundo Klüber (2010), uma prática educativa relativamente nova no Brasil, com cerca de três décadas. A curta trajetória, no entanto, não a impediu de adquirir visibilidade e de constituir-se em um importante foco de discussão e pesquisa. Essa afirmação pode, facilmente, ser identificada nos eventos específicos: Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática – CNMEM e o Grupo de Trabalho próprio no âmbito do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEM, evento da Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

O fato de a Modelagem ser uma área de expressão no que diz respeito às discussões e reflexões no campo da pesquisa bem como no contexto educacional pode, de algum modo, ser resultado de a Modelagem não se restringir a um grupo fechado de pesquisadores, com apenas uma concepção acerca do tema. Nesse contexto, Fiorentini ressalta que como

[...] a Modelagem Matemática é uma forma de leitura, análise e estratégia de ação no mundo, ela pode ser concebida e trabalhada de diferentes formas. Varia de acordo com a visão de mundo, de homem, de sociedade, de matemática e – no caso de ser utilizada como estratégia de ensino – de ensino daquele que realiza e dirige o processo de modelagem (1996, p.5).

Ainda, no sentido de justificar as diversidades metodológicas propiciadas por essa tendência, Burak (2010, p. 36) afirma que a “Modelagem Matemática continua a angariar adeptos pelas suas possibilidades metodológicas, pela visão ampla que proporciona em relação a um assunto, pela visão de totalidade, por envolver de forma natural e indissociável o ensino e a pesquisa [...]”. No que diz respeito às diferentes concepções ou perspectivas sobre Modelagem, os autores que se destacam são Barbosa (2004), Biembengut (1999), Bassanezi (2002), Burak (2010) e Caldeira (2009)³.

Nessa variedade de concepções, de acordo com Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 79), “existem pequenas sutilezas que fazem com que as definições de Modelagem adotadas por

² Para fins textuais, em geral, utilizaremos apenas a expressão Modelagem para nos referirmos à Modelagem Matemática na Educação Matemática.

³ Essas concepções são abordadas de maneira aprofundada no artigo: KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educ. Mat. Pesqui.** São Paulo. v.10. n.1, 2008. p. 17-34.

diferentes pesquisadores apresentem aspectos diferenciados”. Isso pode ser compreendido quando são observadas as diferentes concepções acerca da Modelagem Matemática, haja vista algumas enfatizarem a matemática aplicada, enquanto outras se debruçam em questões mais específicas do ensino e aprendizagem da Matemática.

Já a visibilidade e o crescimento da Modelagem Matemática, em termos de pesquisa, na perspectiva da Educação Matemática, segundo Barbosa, Caldeira e Araújo (2007, p. 8) “manifestam-se através da formação e consolidação de diversos grupos de pesquisa, da produção de dissertações e teses em programas de pós-graduação, do crescimento de publicações de estudos em eventos e periódicos [...]”.

Tendo em vista a importância que a produção de trabalhos, em diferentes níveis, exerce para o conhecimento, desenvolvimento, crescimento e visibilidade da área, descortinou-se uma possibilidade de investigação⁴. Essa, em um primeiro momento, se caracterizava por analisar os focos de setenta e seis pesquisas em nível de mestrado e doutorado, mapeadas no Banco de Teses da CAPES⁵. Além de mapear, o trabalho se pautava em conhecer o que tem sido pesquisado em Modelagem Matemática. Ressaltamos, ainda, que o mapeamento realizado, aliado à leitura das diferentes concepções ou perspectivas acerca do tema, contribuiu para além do conhecimento dos focos pesquisados em Modelagem, proporcionou uma compreensão mais aprofundada a respeito do campo de pesquisa. As questões enunciadas podem ser mais bem aprofundadas em Tambarussi e Klüber (2014).

Especificamente, neste artigo, apresentamos a análise desses focos subsidiados por um olhar mais abrangente, em termos de aspectos epistemológicos⁶. Nesse sentido, assumimos a seguinte interrogação como orientadora do trabalho: *Que aspectos epistemológicos, concernentes à pesquisa em Modelagem Matemática, se mostram a partir da análise dos resumos das dissertações e teses da área?*

⁴ TAMBARUSSI, Carla Melli; KLÜBER, Tiago Emanuel. Modelagem Matemática na Educação Matemática: O que se tem pesquisado? In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 8, 2013. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2013. v.1, p. 1-15.

⁵ Banco de Teses da Capes, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/servicos/banco-de-teses>.

⁶ O termo epistemologia, segundo Abbagnano (2007), tem origem grega e apresenta duas acepções básicas: 1) é sinônimo de teoria do conhecimento e 2) é sinônimo de filosofia da ciência.

Apresentada a interrogação que conduziu a pesquisa, explicitamos, na sequência, os aspectos metodológicos concernentes a ele.

Aspectos metodológicos

A investigação ora apresentada é resultado de uma nova incursão sobre os dados já coletados e discutidos em outro artigo (TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014). Esse modo se diferencia por destacar características voltadas aos aspectos epistemológicos e por considerar de modo articulado, além dos focos das dissertações e teses, outras informações a respeito das pesquisas mapeadas, a saber: 1) o ano em que o trabalho foi desenvolvido e 2) os orientadores.

Ao assumirmos essa postura, relacionada à dimensão epistemológica da pesquisa em Modelagem Matemática, como já indicamos, perseguimos a interrogação: *Que aspectos epistemológicos, concernentes à pesquisa em Modelagem Matemática, se mostram a partir da análise dos resumos das dissertações e teses da área?*

Diante da interrogação proposta, fomos remetidos à explicitação dos aspectos metodológicos concernentes à investigação. Ressaltamos que os procedimentos utilizados para o levantamento dos dados e para a categorização dos focos das pesquisas mapeadas serão brevemente descritos, uma vez que estão detalhados em Tambarussi e Klüber (2014).

Para o levantamento dos dados referentes às dissertações e teses das pesquisas em Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, efetuamos uma busca no Banco de Teses da Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pelos resumos dessas pesquisas. Direcionamos a busca de tal modo que as pesquisas apresentassem em comum as seguintes palavras: “Modelagem Matemática” e “Educação Matemática”.

Após a identificação das pesquisas, realizamos a primeira leitura dos resumos para que pudéssemos conhecer cada um dos setenta e seis trabalhos mapeados. Posteriormente, passamos à segunda leitura desses resumos. O fato de efetuarmos nova leitura dos trabalhos se justifica, pois, nesse momento, o nosso objetivo além de aprofundar a compreensão daquilo que foi pesquisado

era levantar os dados necessários para o desenvolvimento da nossa investigação: 1) focos; 2) ano; 3) orientador; 4) instituição, programa de pós-graduação das pesquisas mapeadas. Nessa segunda etapa do trabalho, contamos com o auxílio do *software* Atlas T. i. que ajuda a organizar, registrar e possibilita o acompanhamento dos registros efetuados pelo pesquisador (WALTER; BACH, 2009).

Destacamos, também, que após a identificação dos focos das pesquisas realizamos um processo de categorização de tal modo que os focos ficaram organizados em seis categorias⁷: 1) Modelagem Matemática e aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos (ATFE); 2) Aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas (AP); 3) Modelagem e conteúdo matemático (CM); 4) Aprendizagens no contexto da Modelagem Matemática (A); 5) Mapeamento da utilização da Modelagem Matemática (M); 6) A formação de professores e a Modelagem Matemática (FP).

No que se refere às análises aqui realizadas, destacamos que elas incidiram sobre os focos das dissertações e teses mapeadas no Banco de Teses da Capes, que mostram o que têm sido alvo de pesquisa e discussão nos trabalhos de *stricto-sensu* no campo de pesquisa da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. Incidiram sobre os anos em que os trabalhos foram desenvolvidos, o que permitiu uma discussão no que tange ao movimento histórico-epistemológico do campo da Modelagem Matemática enquanto área de pesquisa, bem como sobre os orientadores de cada uma das dissertações e teses mapeadas. Esse olhar sobre os orientadores revelou, dentre outras coisas, características particulares no que concerne à sua articulação e diálogo ao pesquisar/orientar sobre os diferentes temas que compõem a Modelagem.

Destacamos que a análise efetuada se caracteriza como Hermenêutica. Bicudo (2006, p. 112) afirma que essa análise “privilegia os significados social e historicamente atribuídos às manifestações do que, uma vez foi compreendido na percepção, mas que não se materializou nas palavras”. Também, nesse contexto, Hermann (2002, p.24) comenta que “a Hermenêutica carrega consigo a ideia de tornar explícito o implícito, de descobrir a mensagem, de torná-la compreensível, envolvendo a linguagem nesse processo”.

⁷ O conteúdo detalhado de cada uma dessas categorias pode ser encontrado em Tambarussi e Klüber (2014). RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

Ainda no que se refere à hermenêutica, Bicudo e Paulo (2011, p.258) afirmam que ela é “tida como movimento de compreensão-interpretação-compreensão do texto, que se dá no círculo existencial hermenêutico.”

É um movimento sustentado pela tensão estabelecida entre: subjetividade do pesquisador que traz consigo seu horizonte de compreensão; a estrutura do texto, que fornece indicadores da sua lógica, que revela o discurso do autor, ou seja sua compreensão do investigado, do que para ele faz sentido e está escrito no texto apresentado para debate; os aspectos históricos do mundo da obra de que o texto fala; e a meta compreensão desse círculo, possibilitada pela discussão entre os pesquisadores envolvidos e autores estudados (BICUDO; PAULO, 2011, p.259).

Além do movimento compreensão-interpretação-compreensão, o trabalho realizado nessa investigação buscou os dados nos resumos das dissertações e teses de Modelagem Matemática no período de 1989 a 2011. Nesse sentido, o trabalho visou ao texto. De tal modo que, segundo as mesmas autoras, busca-se compreendê-lo, interpretá-lo a partir de “um modo interrogativo entrelaçado com a possibilidade de resposta” (idem, p.259).

No que tange à estrutura do artigo, apresentamos nas próximas seções as análises e interpretações que dizem dos focos e anos dos trabalhos mapeados bem como aquelas relacionadas aos orientadores das dissertações e teses analisadas.

Análises e interpretações dos focos e anos das dissertações e teses

Após as explicitações dos aspectos metodológicos, apresentamos, nessa seção, as análises e interpretações no que concernem os focos e anos das pesquisas mapeadas. Com o intuito de favorecer a visualização desses aspectos organizamos o Quadro 1 que contém o foco, o ano e a quantidade das dissertações e teses relacionadas aos dados citados.

Quadro 1: Focos e anos das pesquisas

FOCO	ANO	QUANTIDADE
ATFE	1989	1
AP	1992	1
CM	2000	1
FP	2001	1
CM; A	2002	2
AP	2003	1
CM; A; A; A; A; AP	2004	6
AP; AP; AP; A; M; FP; A;	2005	7
AP; AP	2006	2
AP; AP; AP; M; A; A; ATFE; ATFE; ATFE	2007	9
FP; FP; FP; ATFE; ATFE; ATFE; ATFE; ATFE; AP; AP;	2008	10
CM; CM; AP; AP; FP; FP	2009	6
FP; FP; FP; CM; A; A; AP; ATFE; ATFE; ATFE;	2010	10
ATFE; ATFE; ATFE; ATFE; ATFE; A; AP; AP; AP; CM; FP; FP; FP; M	2011	15

Fonte: Os autores

A partir do quadro, revela-se que, embora, não ocorra aumento contínuo de pesquisas, esse número, de modo geral, vem crescendo ao longo do tempo. Isso mostra que a Modelagem Matemática tem angariado adeptos e se vem constituindo em um importante núcleo de discussão. Nota-se, também, que os focos abordados nas pesquisas são diversos, portanto, há uma variedade de temáticas desenvolvidas no contexto da Modelagem.

Ao mesmo tempo, podemos afirmar que alguns focos são mais abordados do que outros. No nosso mapeamento, das 76 pesquisas, 19 apresentaram como foco a Aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas (*AP*); onze delas se referem às Aprendizagens no contexto da Modelagem Matemática (*A*); três efetuaram um Mapeamento da utilização da Modelagem Matemática (*M*); sete estão relacionadas à Modelagem e ao conteúdo Matemático (*CM*); dezessete referem-se à Modelagem Matemática e aos aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos (*ATFE*) e quinze se dedicaram à formação de professores e à Modelagem Matemática (*FP*).

Como já foi explicitado, esses focos foram levantados a partir dos resumos das pesquisas mapeadas. Esse veículo de disseminação trouxe algumas dificuldades de ordem estrutural que, por sua vez, impossibilitaram que quatro pesquisas tivessem seus focos identificados⁸. Essas dificuldades decorrem de os resumos serem muito sucintos e outros confusos e incompletos,

⁸ Além dos problemas com os resumos dessas pesquisas, não obtivemos esses quatro trabalhos na íntegra. RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

principalmente os mais antigos. Nesse sentido, Brandt *et al* (2010) afirmam que o interesse pela leitura integral de um texto pode ser despertado se o seu resumo apresentar as informações consideradas relevantes pelo autor da pesquisa, experiência ou estudo divulgado. O que é um aspecto relevante numa produção acadêmica.

Visando a uma discussão mais aprofundada sobre os focos mapeados e retomando a interrogação orientadora deste artigo: *Que aspectos epistemológicos, concernentes à pesquisa em Modelagem Matemática, se mostram a partir da análise dos resumos das dissertações e teses da área?* Podemos acrescentar a seguinte indagação: *o que revelam os focos em termos epistemológicos?*

A repetição dos focos investigados e, ao mesmo tempo a diversidade no que se refere aos objetivos das pesquisas em Modelagem Matemática, ao longo dos anos, indicam que esta, ainda, é uma área em consolidação e que há uma apologia à prática da Modelagem Matemática por meio da pesquisa o que é comum em uma área emergente. Nesse contexto, Bicudo e Klüber (2011) afirmam que essa consolidação exige a compreensão das concepções assumidas e das práticas educacionais desenvolvidas bem como um olhar filosófico sobre as pesquisas desenvolvidas.

O fato de a Modelagem estar em um processo de consolidação pode ser compreendido quando observamos o Quadro 1, uma vez que as primeiras pesquisas, por nós mapeadas, apresentavam como foco a Modelagem Matemática, os aspectos teóricos, filosóficos, epistemológicos (*ATFE*) e a Aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas (*AP*). Mesmo com o passar dos anos, notam-se, nas pesquisas mais recentes, as mesmas características. Isso coloca em evidência o interesse, ainda existente, em se conhecer como ocorre a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula. Bicudo e Klüber (2011, p. 919) afirmam que “a intenção das pesquisas aponta para a busca de melhor compreensão sobre modos de se trabalhar com Modelagem Matemática em situações de ensino e de aprendizagem de Matemática”.

Esse aspecto aponta para uma permanência⁹ no que se refere ao sentido de Aplicação da Modelagem Matemática em diferentes aspectos e contextos. Isso mostra, conforme o trabalho realizado por Barbosa (2007), a possibilidade de falarmos sobre a existência de uma comunidade científica¹⁰ em Modelagem, tendo em vista que há diferentes pesquisadores cujo interesse está em investigar a aplicação da Modelagem Matemática.

Além disso, a presença, a estabilidade e a continuidade de determinados termos revelam ainda que há diálogo e intensa circulação de ideias. Assim, podemos afirmar que há indícios da constituição de uma comunidade científica, de um estilo de pensamento compartilhado em um coletivo de pensamento.

Entretanto, essa continuidade não significa que os trabalhos, que apresentavam como o foco a aplicação da Modelagem Matemática, pretendiam alcançar os mesmos objetivos, uma vez que, tomando como parâmetro a pesquisa realizada por Tambarussi e Klüber (2014), identificamos que as aplicações foram desenvolvidas em diferentes perspectivas de Modelagem, tais como: método de ensino, estratégia de ensino e aprendizagem, ambiente de aprendizagem. Desse modo, a própria presença de diferentes concepções se reflete em termos epistemológicos na pesquisa e indicam práticas distintas de pesquisa.

O exposto indica que, mesmo em se tratando de distintas concepções ou perspectivas de Modelagem, há a necessidade em aplicá-las no contexto educacional, tendo em vista que um dos primeiros objetivos é compreender como as atividades de Modelagem se mostram, quando essas perspectivas são assumidas na sala de aula.

No que tange às pesquisas cujo foco é a Modelagem Matemática e aos aspectos teóricos, filosóficos e epistemológicos (*ATFE*), podemos afirmar que, a partir do quadro 1, trata-se da pesquisa mais antiga por nós mapeada. Os demais trabalhos, com esse foco, referem-se aos anos de 2007, 2008, 2010 e 2011. Nesse sentido, podemos inferir que pesquisas com essa

⁹ O sentido atribuído a este termo indica que, epistemologicamente, há um discurso de apologia à própria Modelagem Matemática. Em outras palavras, um movimento aceitável no âmbito de qualquer área que busca consolidar-se e expandir-se numa acepção própria ao que Fleck (1986) esclarece sobre a formação de novos pesquisadores não iniciados em uma determinada área de estudo. Expressa, ainda, um movimento comum em qualquer área, rompendo com a ideia de que a pesquisa ocorre e se desenvolve de modo linear.

¹⁰ Segundo Kuhn (2011, p.222) “[...] uma comunidade científica é formada pelos praticantes de uma especialidade científica”. Esses praticantes, segundo Barbosa (2007), referem-se, no nosso caso, aos pesquisadores em Modelagem. RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

característica foram retomadas há pouco tempo, isso conforme entendemos, atende à identificação de Barbosa (2001) no sentido da necessidade de teorização na área.

Ainda no que se refere aos *ATFE*, revela-se a preocupação em relacionar a Modelagem Matemática com outras teorias, tais como: a teoria da socialização do conhecimento de Vygotsky, a aprendizagem significativa crítica, a transposição didática, os mapas conceituais e a produção de sentidos. Nesse sentido, compreendemos que emerge, do interior da pesquisa em Modelagem, a necessidade de relacioná-la com outras áreas do conhecimento. Esta pode ter explicação no fato de a Modelagem estar inserida no contexto da Educação Matemática, uma vez que Burak e Klüber (2008) a consideram como uma perspectiva que não está voltada apenas à visão das Ciências Naturais e Exatas, mas que busca um diálogo com outras áreas do conhecimento, o qual está epistemologicamente orientado pelas Ciências Humanas e Sociais.

Desde o quadro 1, desvela-se que as pesquisas, por nós mapeadas, que apresentaram como o foco Aprendizagens no contexto da Modelagem Matemática (A) começaram a ser desenvolvidas a partir do ano de 2002. Este fato indica que o interesse em investigar os tipos de aprendizagens que os alunos podem desenvolver, quando inseridos em atividades no contexto da Modelagem, teve início após a realização de um grande número de pesquisas com o enfoque de aplicação.

Essa mudança de enfoques nas pesquisas indica a busca por novas compreensões relacionadas à Modelagem Matemática. Dizendo de outro modo, em um primeiro momento, essas pesquisas, com características de aplicação, são resultados das influências da Modelagem Matemática no âmbito da Matemática Aplicada. Klüber (2009) coloca, em sentido epistemológico, que esse momento pode ser considerado o período de instauração do campo de pesquisa.

Em um segundo momento, essas pesquisas, cujos objetivos se resumiam apenas à aplicação da Modelagem, dão início a um período no qual o enfoque se dirige aos diferentes tipos de aprendizagens, que podem ser desenvolvidas nesse contexto de aplicação. E influenciados pela

Educação Matemática Crítica¹¹ passam, posteriormente, a pensar a Modelagem Matemática como uma ferramenta capaz de transformar a sociedade.

Retornando aos focos organizados no Quadro 1, vemos que sete (7) pesquisas se dedicaram ao estudo da Modelagem e ao conteúdo matemático (*CM*). Desde a leitura dos resumos desses trabalhos, desvelou-se que o enfoque ainda está na aplicação da Modelagem. Contudo, essa aplicação volta-se para conteúdos matemáticos específicos, tais como: cálculo diferencial e integral, geometria euclidiana, equações diferenciais ordinárias, matemática discreta, funções e equações. Isso expressa uma pequena mudança de perfil e busca dialogar com distintas teorias.

Ainda, no que tange aos focos das pesquisas, foram retomados os trabalhos cujo enfoque está na formação de professores e na Modelagem Matemática (*FP*), com maior intensidade, recentemente. Das pesquisas por nós mapeadas, a primeira com essa característica é a de Barbosa (2001) e o interesse por essa temática cresceu de maneira significativa a partir do ano de 2010. O que evidencia mais uma mudança de perfil nas pesquisas em Modelagem.

Essas mudanças, mencionadas acima, podem indicar a presença de matizes que alteram minimamente ou em longo prazo acarretarão transformações do coletivo de pensamento.

Ainda no que se refere às pesquisas com o enfoque na formação de professores, revela-se uma preocupação da comunidade em investigar, como ocorre o comportamento do professor frente às atividades de Modelagem bem como a preocupação em capacitar, por meio de cursos de formação inicial ou continuada, os professores para o trabalho nesse contexto.

As pesquisas com a característica de mapeamento (*M*) são recentes, sendo que o primeiro trabalho com este enfoque foi realizado no ano de 2005. Os demais trabalhos são ainda mais atuais e referem-se aos anos de 2007 e 2011. Isso coloca em evidência a necessidade em debater e indagar a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática.

Além disso, constatamos que poucas são as pesquisas que se dedicaram a mapear a utilização da Modelagem Matemática, apenas três (3). Isso por um lado pode significar que, ainda é tímida a preocupação em conhecer, de maneira mais sistemática, os estudos que têm sido

¹¹ Skovsmose (2008, p. 101) afirma que “[...] a educação matemática crítica é uma expressão das preocupações sobre os papéis sociopolíticos que a educação matemática pode desempenhar na sociedade [...]”.
RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

realizados em Modelagem. Por outro lado, pode apontar para um amadurecimento da área em termos de reflexão sobre a própria pesquisa.

Esse debate em torno da área pode indicar uma crise paradigmática¹², uma vez que, pesquisas com esse enfoque, de mapeamento, objetivam questionar a produção da pesquisa em Modelagem. Há uma inquietação dos próprios pesquisadores em discutir o que está sendo pesquisado em Modelagem, para que a área possa, a partir de então, olhar para aspectos ainda não abordados e evitem-se, por exemplo, repetições nas temáticas pesquisadas.

No que se refere à proporção de trabalhos desenvolvidos em Modelagem Matemática, revela-se uma intensa produção na última década em relação às anteriores. Por um lado, esse número expressivo de pesquisas, principalmente, nos últimos 10 anos, parece corroborar para a consolidação de uma comunidade científica de Modelagem em torno de alguns distintos temas. Por outro lado, indica que pesquisas com o enfoque de aplicação continuam a ser desenvolvidas. Esse fato pode evidenciar a chegada de novos pesquisadores interessados na área e contribui para que trabalhos com o esse tipo de enfoque continuem a ser desenvolvidos.

Contudo, é possível destacar que há interesse na pesquisa quanto aos aspectos mais abrangentes da Modelagem, tendo em vista não somente a sua instauração¹³, mas também a sua extensão¹⁴. Enquanto área há também indício de transformação¹⁵, haja vista a alteração dos focos e dos temas favorecer um debate e um confronto com aquilo que é elaborado de modo mais corriqueiro (KLÜBER, 2009).

Análises e interpretações dos orientadores das dissertações e teses

¹² Entendemos que o paradigma é em primeiro lugar uma “constelação de crenças comungadas por um grupo”, ou seja, o conjunto das teorias, dos valores e das técnicas de pesquisa de determinadas comunidade científica (ABBAGNANO, 2007).

¹³ Em termos de implantação da Modelagem Matemática no Brasil, em âmbito educacional, sua fundamentação enquanto matemática aplicada permaneceu, por longo tempo, entre os pesquisadores do ensino superior (KLÜBER, 2009).

¹⁴ Ocorreu em termos de diálogo e expansão da pós-graduação em Educação Matemática no Brasil (idem).

¹⁵ Entretanto, o confronto com a realidade da sala de aula, em distintos lugares, fez com que a Modelagem começasse a passar por um período de transformações que vieram em decorrência das complicações referentes aos problemas educacionais que incidiram diretamente sobre os problemas da pesquisa (idem).

Com vistas a compreender, de modo mais amplo, o campo de pesquisa da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, buscamos articular os focos da pesquisas aos orientadores, a partir da interrogação assumida como diretriz dessa investigação: *Que aspectos epistemológicos, concernentes à pesquisa em Modelagem Matemática, se mostram a partir da análise dos resumos das dissertações e teses da área?*

Portanto, pretendemos efetuar reflexões sobre o que essas articulações revelam sobre a pesquisa em Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. Ao identificarmos esses orientadores, a maioria deles apresenta uma orientação. Isso permite afirmar que nem todos aqueles que se inserem na comunidade de Modelagem continuam a desenvolver trabalhos científicos com o caráter de orientação de dissertações ou teses. Outro aspecto que merece destaque é o fato de a maioria das pesquisas com o enfoque de aplicação da Modelagem Matemática em diferentes perspectivas apresentar como orientadores aqueles que orientaram apenas uma vez (TAMBARUSSI; KLÜBER, 2013). De algum modo, se evidencia o caráter pragmático da pesquisa em Modelagem Matemática, bem como o não enfrentamento, por parte dos orientadores sem tradição, de questões ainda não abordadas em outras pesquisas.

Quadro 2: Orientadores com uma orientação

ORIENTADOR	FOCO ABORDADO
Doherty Andrade; Cármén Lucia Brancaglioni Passos	FP
Lígia Arantes Sad; Maria Lucia Lorenzetti Wodewotzk	A
Ernesto Jacob Keim	M
Rodney Carlos Bassanezi; Jacqueline de Cassia Pinheiro Lima; Geraldo Pompeu Junior; Eleni Bisognin; Sani Carvalho Rutz da Silva	CM
Alfredo Eurico Rodrigues Matta; Rosa Monteiro Paulo; José Carlos Cifuentes Vásquez; Vinício de Macedo Santos; Lilian Akemi Kato; Ademir Damazio	ATFE

<p>Arlindo José de Souza Junior; Francisco Tadeu Degasperi; Antônio Carlos Brolezzi; Jussara de Matos Moreira; Roberto Linhares de Mattos; Marcia Regina Ferreira D Brito; Tales Leandro Costa Martins; Arlindo José de Souza Junior; Maria Rita Neto Sales Oliveira; Sonia Barbosa Carvalho Iglioni; Ruth Portanova</p>	<p>AP</p>
--	-----------

Fonte: Os autores

De acordo com o Quadro 2, destacamos o nome de Bassanezi que, nessa investigação, o categorizamos com apenas uma orientação em Modelagem Matemática na Educação Matemática. Contudo, ao olharmos para o trabalho de Silveira (2007), que se dedicou a mapear as dissertações e teses em Modelagem entre 1976 e 2005, constatamos que o professor Rodney Carlos Bassanezi orientou sete (7) dissertações voltadas à área de estudo: Burak (1987), Dolis (1989), Gazzeta (1989), Biembengut (1990), Monteiro (1992), Franchi (1993), Miguel (2005). Destas pesquisas, a grande maioria está relacionada à Modelagem, ao conteúdo matemático e à aplicação dessa tendência metodológica. Uma única pesquisa destoa desse cenário, haja vista tratar-se da Modelagem como estratégia de aprendizagem em cursos de aperfeiçoamento de professores. Porém, ainda revelou um olhar mais empírico, no sentido de aplicar e verificar possibilidades da Modelagem Matemática, desde ela mesma, na formação de professores de Matemática. Essa característica aponta para a apologia à estratégia da Modelagem na formação de professores, contudo, sem indicar um movimento de pesquisa mais intenso sobre a formação de professores, o qual veio a se estabelecer quase duas décadas à frente.

Por essa razão, vale ressaltar que o nosso trabalho utilizou como única fonte de dados as pesquisas em nível de mestrado e doutorado disponíveis do Banco de Teses da CAPES, enquanto Silveira (2007) utilizou, além dessa mesma ferramenta de busca, os currículos de todos os doutores que apareceram como orientadores de teses e dissertações no levantamento que já haviam realizado junto ao *site* da CAPES e os currículos de todos os participantes da IV Conferência Nacional de Modelagem na Educação Matemática - CNMEM. Essa ação fugiu ao escopo da nossa pesquisa. No entanto, isso não desmerece as interpretações que aqui RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

apresentamos, tendo em vista que abordamos e discutimos aspectos não contemplados pelo referido autor, que se dedicou mais aos aspectos descritivos do que àqueles de cunho explicativo e interpretativo.

A seguir, no quadro 3, apresentamos a síntese das articulações entre os orientadores, com mais de uma orientação e os respectivos focos de pesquisa que orientaram.

Quadro 3: Orientadores com mais de uma orientação

NÚMERO DE ORIENTAÇÕES	ORIENTADORES	FOCOS RELACIONADOS
2	Ademir Donizete Caldeira; Benedito Antônio da Silva; Cláudia Helena Dezotti; Dale William Bean; Frederico da Silva Reis; Maria Salett Biembengut; Marilaine de Fraga Sant'Ana	FP; M; CM; FP; AP; AP; AP; ATFE; FP; FP; M; FP; ATFE; AP
3	Jonei Cerqueira Barbosa	FP; FP; A
5	Dionísio Burak; Marcelo de Carvalho Borba	AP; FP; ATFE; AP; ATFE; A; FP; FP; A; A
6	Adilson Oliveira do Espírito Santo	A; AP; FP; ATFE; AP; AP
11	Lourdes Maria Werle de Almeida	CM; AP; A; A; ATFE; ATFE; ATFE; ATFE; ATFE; FP; A

Fonte: Os autores

No que se refere aos demais orientadores, a partir do Quadro 3, é visível que poucos são aqueles que apresentam mais de duas orientações em Modelagem em dissertações e/ou teses. Esse núcleo de orientadores, com 3, 5, 6 e 11 orientações, pode significar uma consolidação na área da pesquisa em Modelagem Matemática, ou seja, orientadores que se mostram interessados em aprofundar questões de fundo na área bem como enfrentar diferentes temáticas no âmbito da pesquisa em Modelagem. Esse número pequeno de orientadores com mais de duas orientações pode evidenciar um investimento efetivo e conhecimento mais amplo sobre a área. Isto, por sua vez, mostra-se como uma característica importante para a constituição de uma comunidade, ou

seja, a formação de grupos ou subgrupos que se articulam em torno de um tema veiculado por um orientador “versado”¹⁶.

Dentre os orientadores com duas orientações, destacam-se alguns nomes conhecidos da área, como Caldeira, Biembengut, Bean, Sant’Ana. Os demais: Benedito Antônio da Silva, Frederico da Silva Reis e Cláudia Helena Dezotti são pesquisadores novos na comunidade. Os dois primeiros com orientações no ano de 2011 e Dezotti com orientações nos anos de 2004 e 2005. Esses dados confirmam as nossas interpretações no sentido de que essas orientações com temáticas recorrentes na comunidade são efetuadas por orientadores iniciantes na área ou indicam orientações pontuais.

O perfil de orientador, com um número maior de orientações, pode favorecer a realização de pesquisas de fronteira, isto é, pesquisas com temáticas diferentes daquelas que já foram desenvolvidas e que contribuam efetivamente com o avanço da área, uma vez que estão constantemente envolvidos com o campo de pesquisa. De outro modo, podemos dizer que a permanência dos orientadores na pesquisa em Modelagem Matemática favorece o investimento em novas pesquisas e o fortalecimento da comunidade e, em médio prazo, a sua ‘transformação’.

Além do que foi exposto, o número pequeno de orientadores com um número significativo de orientação pode representar que alguns nomes tendem a gerar matrizes ou influenciar as ações e o pensamento dos demais que estão inseridos na comunidade.

Algumas considerações

A investigação realizada, tendo como dados os focos, os anos e os orientadores das pesquisas mapeadas, ofereceu condições de compreendermos e explicitarmos alguns aspectos epistemológicos, no tocante à pesquisa em Modelagem, os quais foram destacados nos seguintes termos: *permanência, comunidade científica, instauração, extensão, transformação, paradigma*. Esses termos não foram tomados de modo rígido e nem de antemão, porém, auxiliaram nas explicitações das categorias estabelecidas a partir dos dados.

¹⁶ Experiente; entendido no tema.

Essa última afirmação, isto é, “[...] os termos não terem sido tomados de modo rígido [...]”, coloca em destaque a nossa postura frente à análise e interpretação dos dados. Em outras palavras:

[...] a hermenêutica marca a sua posição contra um modo exclusivo de ter acesso ao conhecimento, admitindo outra racionalidade em que o fundamento da verdade não está nem nos dados empíricos nem na verdade absoluta; antes, é uma racionalidade que conduz à verdade pelas condições humanas do discurso e da linguagem (HERMANN, 2002, p.20).

Além disso, revelou-se a preocupação em avançar naquilo que se tem investigado em Modelagem Matemática, cujo objetivo principal é a consolidação da área. Em outras palavras, nota-se também, a partir das discussões realizadas, que há uma mudança de perfil no que tange à pesquisa em Modelagem. As dissertações e teses mapeadas têm se dedicado a investigar, não somente a aplicação da Modelagem Matemática em sala de aula, mas, por exemplo, estudos concernentes à formação de professores, logo, evidencia-se uma preocupação em compreender aspectos próprios da ação formadora.

Outro fator que destaca essa mudança de perfil é a preocupação das pesquisas com os aspectos filosóficos e epistemológicos da Modelagem Matemática. Isso mostra a busca por uma compreensão de si mesma, ou seja, que as afirmações tidas como certas e postas podem ser colocadas em questão. Oferecendo, desse modo, contributos para reflexão interna, sistemática e crítica.

Notas

*Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação, PPGE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Unioeste, Cascavel – Email: carlatambarussi@hotmail.com. Bolsista CAPES/Fundação Araucária.

**Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Professor Adjunto na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Colegiado de Matemática. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação, PPGE, Unioeste/Unioeste, Cascavel. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, PPGEn, Unioeste, Foz do Iguaçu – Email: tiagokluber@gmail.com.

Referências

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: Contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED, 24, 2001. Caxambu. **Anais...** Caxambu: AMPED, 2001.

_____. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2001.

_____. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**. n.4, 2004. p.73-80.

_____. Sobre a pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil. In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 5, 2007. Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007. v.1, p. 82-103.

_____; CALDEIRA, Ademir Donizeti Caldeira; ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: Biblioteca do Educador Matemático, 2007.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: BORBA; Marcelo de Carvalho *et al.* **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

_____; KLÜBER, Tiago Emanuel. Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo. v.41. n.144, p. 904-927, 2011.

_____; PAULO, Rosa. Monteiro. Um Exercício Filosófico sobre a Pesquisa em Educação Matemática no Brasil. **Bolema**, Rio Claro, SP, v.25, n.41, p. 251-298, dez. 2011.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelação matemática como método de ensino-aprendizagem de matemática em cursos de 1º e 2º graus**. 1990. 210 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

_____. **Modelagem Matemática e implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau: Furb, 1999.

BURAK, Dionísio. **Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino da matemática na 5ª série.** 1987. 186 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

_____. Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem da matemática. In: BRANDT, Celia Finck; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel. **Modelagem Matemática uma perspectiva para a Educação Básica.** Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010, p. 15-38.

BRANDT, Célia Finck; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel; FERREIRA, Carlos Roberto; TOZETTO, Annaly Schewtschik. Da estrutura dos resumos de pesquisa à disseminação do conhecimento em educação matemática: relações e implicações. In: CLARETO, Sônia Maria; DETONI, Adlai Ralph; PAULO, Rosa Monteiro. **Filosofia Matemática e Educação Matemática: compreensões dialogadas.** Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, p. 127-146.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia.** Santa Catarina. v.2. n.2, 2009. p. 33-54.

DOLIS, Maria. **Ensino de cálculo e o processo de modelagem.** 1989. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1989.

FRANCHI, Regina Helena de Oliveira Lino. **A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia.** 1993. 148 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

FIORENTINI, Dario. Estudo de algumas tentativas pioneiras de pesquisa sobre o uso da modelagem matemática no ensino. In: ICME, 8, 1996, Sevilha. **Anais...** Sevilha: ICME, 1996.

FLECK, Ludwik. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico.** Prólogo de Lothar Schäfer e Thomas Schnelle. Madrid: Alianza Universidad, 1986.

GAZZETTA, Marineusa. **A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores.** 1989. 150 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1989.

HERMANN, Nadja. **Hermenêutica e Educação.** Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Educação Matemática: contribuições para a compreensão da sua natureza. **Acta Scientiae (ULBRA),** v. 10, p. 93-106, jul-dez, 2008.

RPEM, Campo Mourão, Pr, v.3, n.5, jul.-dez. 2014

_____. Um olhar sobre a Modelagem Matemática no Brasil sob algumas categorias Fleckianas. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Santa Catarina. v.2. n.2, 2009. p. 219-240.

_____. Modelagem Matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In: BRANDT, Celia Finck; BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel. **Modelagem Matemática uma perspectiva para a Educação Básica**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. p. 97-114.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

MEYER, João Frederico da Costa de A; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MIGUEL, Maria Inez Rodrigues. **Ensino e aprendizagem do modelo de poisson: uma experiência com modelagem**. 2005. 268 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

MONTEIRO, Alexandrina. **O ensino de matemática para adultos através do método modelagem matemática**. 1992. 310 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

SKOVSMOSE, Ole. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papyrus, 2008.

SILVEIRA, Everaldo. **Modelagem Matemática em Educação no Brasil: entendendo o Universo de Teses e Dissertações**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

TAMBARUSSI, Carla Melli; KLÜBER, Tiago Emanuel. Focos da pesquisa stricto sensu em Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: considerações e reflexões. **Educação Matemática Pesquisa**. São Paulo, v. 16, n. 1, p. 209-225, 2014.

WALTER, Silvana Anita; BACH, Tatiana Marceda. Adeus papel, marca-textos, tesoura e cola: Inovando o processo de análise de conteúdo por meio do Atlas. In: Seminários de Empreendedorismo e Educação, 12, 2009. São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2009.